

PAT-NO: JP361022127A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 61022127 A

TITLE: GAS TURBINE COMBUSTOR

PUBN-DATE: January 30, 1986

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KURODA, MICHIO

SATO, ISAO

ISHIBASHI, YOJI

UCHIYAMA, YOSHIHIRO

OMORI, TAKASHI

AKATSU, SHIGEYUKI

KATO, FUMIO

SEGAWA, YORIHIDE

WADA, KATSUO

IIZUKA, NOBUYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

APPL-NO: JP59143852

APPL-DATE: July 10, 1984

INT-CL (IPC): F23R003/34, F23R003/06, F23R003/14, F23R003/30

US-CL-CURRENT: 60/737

ABSTRACT:

PURPOSE: To make a substantial reduction of NO<sub>x</sub> by a method wherein a method for dispersing fuel which does not form a local hot temperature combustion part is employed and a mixing space for fuel and air is reduced.

CONSTITUTION: Since a fuel injection part 22 is positioned at a location near the side wall of a top end combustion chamber 11, a fast mixing with air stream 28 is performed at air holes 19a, 19b, 19c and 19d, and a cooling with the air at the initial stage of combustion can be performed, so that an occurrence of hot spot can be restricted. A length of an inner core 13 is made shorter than a top combustion chamber 11, and even if an acceleration of combustion gas is generated from the extremity end of the cone to the outlet port of the top combustion chamber, it may have a volume which is endurable

against a rapid expansion of the ignited gas. A pressor member 38 forming a second stage combustion air passage and a nozzle flange 39 are connected to keep the positions of the circulating vanes 37 and the nozzle injection ports 35 at their specified positions, so that even if the gas turbine is operated for long hours and a uniform mixing of second stage fuel and air can always be promoted. With the foregoing, the fuel is dispersed to cause a uniform mixing of fuel and air to be performed and an excessive air combustion with low air temperature is carried out and then a substantial reduction of NO<sub>x</sub> can be attained.

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭61-22127

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)1月30日

F 23 R 3/34

7616-3G※

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

⑮ 発明の名称 ガスタービン燃焼器

⑯ 特 願 昭59-143852

⑰ 出 願 昭59(1984)7月10日

⑱ 発 明 者	黒 田	倫 夫	土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研究所内
⑱ 発 明 者	佐 藤	勲	土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研究所内
⑱ 発 明 者	石 橋	洋 二	土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研究所内
⑱ 発 明 者	内 山	好 弘	土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研究所内
⑱ 発 明 者	大 森	隆 司	土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研究所内
⑱ 発 明 者	赤 津	茂 行	土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研究所内
⑱ 発 明 者	加 藤	文 雄	土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研究所内
⑱ 発 明 者	瀬 川	頼 英	土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研究所内
⑲ 出 願 人	株式会社日立製作所			東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑲ 代 理 人	弁理士 高橋 明夫			外2名

最終頁に続く

## 明 細 書

発明の名称 ガスタービン燃焼器

## 特許請求の範囲

1. 燃焼器頭部に1段目燃料と空気を導入し燃焼を行わせる頭部燃焼室と、この頭部燃焼室の後流に2段目燃料と空気を導入して燃焼を行う後部燃焼室とを備えた燃焼器において、前記1段目燃料供給手段は、頭部燃焼室の外周近傍に設けた複数の燃料ノズルを含み、前記2段目供給手段は、後部燃焼室の外周壁に近接する位置に設けた複数の燃料ノズルを含み、更に前記頭部燃焼室軸心部に後流に向つて1段目燃料ノズルの後流側端よりも後流まで延び、かつ先端が閉となつた内筒を設け、この内筒の後流側端よりも後流側に前記2段目燃料の供給孔を設けたことを特徴とするガスタービン燃焼器。

2. 特許請求の範囲第1項において、1段目燃料ノズルは、頭部燃焼室外周壁と内筒との間に形成される環状空間に頭部燃焼室端面から後流側に向つて突出して配置したことを特徴とするガスター

ビン燃焼器。

3. 特許請求の範囲第1項において、2段目燃料ノズルは、2段目空気通路を形成する複数の旋回ペーンを通る空気流の中に配置されたことを特徴とするガスタービン燃焼器。

4. 特許請求の範囲第3項において、前記旋回ペーンは、燃焼器軸線にほぼ平行な方向に空気を噴出するよう開口方向が設定されていることを特徴とするガスタービン燃焼器。

5. 特許請求の範囲第1項において、前記頭部燃焼室の軸線に沿う長さは、頭部燃焼室の外径の1.2倍以上1.8倍以下であることを特徴とするガスタービン燃焼器。

## 発明の詳細な説明

## 〔発明の利用分野〕

本発明は2段燃焼方式の構造を持つガスタービンの低NO<sub>x</sub>燃焼器に係り、とくに天然ガス(LNG)などの気体燃料を使用する場合において大巾なNO<sub>x</sub>低減を図るガスタービン燃焼器に関するものである。

## 〔発明の背景〕

従来の低 $\text{NO}_x$ 燃焼器のうち本発明に最つと近い技術を説明する。2段燃焼方式を採用した燃焼器は、例えば特開昭57-41524号公報に示されている。この公知技術は2段燃焼方式を採用していることは同じであり、1段目(頭部)燃焼室に燃料と空気の予混合ガスを導入し単一ノズルによる燃焼を行つた後流の2段目燃焼室(後部)に燃料と空気を同時に空気孔を介し供給し、全体として空気過剰による低温度燃焼を行ない $\text{NO}_x$ の低減化を図るものである。

しかし、頭部燃焼室に単一ノズルにより拡散燃焼火炎を形成しその後流から2段目の燃料を投入する方法においては $\text{NO}_x$ の大巾な低減化は出来ない欠点を有するすなわち、2段目の燃料投入においては2段目燃焼における $\text{NO}_x$ の発生は抑えることが出来るが、1段目における拡散燃焼においては広い範囲で高温度となるホットスポットの形成が生ずるため $\text{NO}_x$ の発生を抑えることは出来ない。さらに、単一ノズルにおいては燃焼室の

軸心部に位置するため燃焼室側壁から流入する空気流と燃料との混合が悪いためホットスポットが存在する原因となる。このように単一燃料噴出ノズルを頭部燃焼室に備えた従来形燃焼器においては、大巾な低 $\text{NO}_x$ 化が出来ない欠点を有する。このように2段燃焼器においても $\text{NO}_x$ を大巾に低減するためには1段目および2段目にて生成される $\text{NO}_x$ を抑えることが必要となるものである。この点頭部の軸心部に単一燃料ノズルを有する従来技術においては $\text{NO}_x$ を大巾に低減することは出来ない。

## 〔発明の目的〕

本発明の目的は頭部に $\text{NO}_x$ の発生を抑えるため局部的な高温度燃焼部を形成しない燃料分散法を採用し、しかも燃料と空気との混合空間を小さくして混合の促進化を図り、頭部、後部とも低温度希薄燃焼による $\text{NO}_x$ の生成を抑え大巾な $\text{NO}_x$ 低減化を図ることが出来る2段燃焼方式のガスタービン燃焼器を提供することにある。

## 〔発明の概要〕

本発明は $\text{NO}_x$ 生成を支配する燃焼部における高温度の存在、いわゆるホットスポットを除去するため燃料の分散化を図ることにある。すなわち1、2段目燃料ノズルの分散(マルチ)化を行ない、さらに燃料と空気の混合を促進するため、とくに頭部燃焼室内に中央部のホットスポット部を除去し、しかも、頭部燃焼室の燃料と空気の混合を良くするため、混合空間を小さくする内筒コーンを設けている。又、2段目の後部燃焼室では燃料ノズルを、複数のマルチ化を行い、しかも燃料ノズルそれぞれを空気の流路中に位置し、空気と燃料の混合化を促進させホットスポット部を除去し $\text{NO}_x$ の大巾な低減化を図るものである。1段目および2段目のマルチノズル化を行いしかも軸心部からの燃料供給をやめて内筒壁面近傍、すなわち外側に燃料供給部を位置させて燃料分散および空気との混合促進により大巾な低 $\text{NO}_x$ 化を計ることにある。

## 〔発明の実施例〕

以下、本発明の1実施例を第1図を用いて説明

する。

ガスタービンは圧縮機1とタービン2および燃焼器3によつて構成され、燃焼器3は内筒4、外筒5およびタービン静翼6に燃焼ガス7を導く尾筒8から成立つており、外筒5の側閉端には第1段目の燃料ノズルボディ9を装着するカバー10が取付けられる。この他燃焼器には図示していないが着火用の点火栓、フレイムを感知する火炎検知器などが装着されている。内筒4は頭部燃焼室11とこれより一段直径の大きな後部燃焼室12に分けられ、頭部燃焼室11の中央部には内筒コーン13が挿入されている。圧縮機1で圧縮された空気流14はディフューザ15を通過し尾筒8の周囲を迂回し内筒5に開孔した冷却孔15希薄空気孔16や2段目燃料17を燃焼するための空気孔18や頭部燃焼室に開孔した燃焼用空気孔19および冷却用空気孔20からそれぞれの燃焼室内に導入される。カバー10に取付けられた第1段目燃料ノズル22は頭部燃焼室側壁(ライナキャップ)21を貫致し頭部燃焼室内に燃料を噴出

する複数の燃料噴出口を備えている。

内筒コーン13には空気を導入する入口孔23が開孔し、コーン13の表面から表面に添うように流れる複数の、複数の冷却空気孔24を開孔している。

さらに第2図に燃焼器の詳細構造を示す。

頭部燃焼室11の上流にはライナキャップ21を貫通し複数の燃料噴出口が位置し噴出された燃料27と燃料噴出口が貫通したライナキャップの開孔からの空気28および頭部燃焼室壁に開孔した空気孔19a, 19b, 19c, 19dからの空気と混合し燃焼を進行する。燃料噴出口22は従来技術における単一噴出ノズルからの燃料と異なりそれ自体が頭部燃焼室の側壁に近接する位置にあるため空気孔19a, 19b, 19cおよび19dおよび空気流28との混合が早く行なわれるため燃焼過程の初期において空気による冷却効果を上げることが出来る。このためホットスポットの発生が抑えられるためNOxの低減化を図ることが出来る。このように複数の燃料噴出口

を頭部燃焼室の側壁に近接する位置に取付ことは先述した混合効果促進と共に複数の燃料噴出口22をもついわゆる分割燃焼により火炎の分散化を図ることができ、これらの相相互作用により、大巾なNOx化を達成することが出来る。さらにNOx低減化を得る手段として燃焼器の中心部に台形錐形状をした内筒コーン13を設けることは従来技術に見られた頭部燃焼室側壁に開孔した空気孔19a, 19b, 19c, 19dからの空気が中心部へ到達しなくなること起因する冷却混合効果が低下する現象がなくなる。かつ、内筒コーン自体による冷却と内筒コーン13表面から噴出する冷却空気20bによつて火炎を内面から効果的に冷却する効果が生ずるため大巾な低NOx化を行うことが出来る。さらに1段目燃料噴出口22の燃焼器内への突き出しはその長さによつて燃料噴出口の上流から流入する空気との混合効果を促進するもので低NOx化を支配する要因であり、燃料噴出口位置は空気孔19a, 19bを含む近傍であれば混合効果が良好でありNOx低減

効果が大きい。さらに頭部燃焼室および内筒コーン13と2段目燃料供給位置に関する効果を説明する。

頭部燃焼室の長さと2段目燃料供給位置との関連は頭部燃焼室内に位置する内筒コーンも含め下記のような作用を行う。すなわち、頭部燃焼室11における環状空間部25では1段目燃料がほぼ完全に燃焼が終了することでありまた、2段目の燃料と空気が供給され燃焼しても1段目への頭部燃焼室11内流動の変動を極力少く抑えるものである。頭部燃焼室内壁と内筒コーン13外壁とで囲まれる環状空間部25内においては1段目の燃料17が流入する空気19a~19dと混合しほぼ完全な燃焼を行うように頭部燃焼室11を決定することが必要となる。2段目から供給する燃料と空気との位置とNOx濃度との関係を第4図に示す。頭部燃焼室11の長さが短くなると頭部燃焼室11内の燃焼が完了しないうちに2段目からの燃料及び空気流が導入されるため頭部における燃焼が2段目からの空気と阻止されかつA部で

示す部分が急冷却されるためにCOやHCなどの未燃焼成分の生成が多くなり燃焼効率が低下する欠点を有する。又このような状態で2段目の燃焼を行うとは1段目の燃焼と2段目の燃焼が同時に進行することになり2段目燃焼開始部に高温のホットスポットが出来るためNOxの発生が多くなる欠点を有する。又頭部燃焼室の長さが長くなると頭部燃焼室壁の冷却面積が増加する。したがって冷却空気の量が多くなる。このように冷却空気量が多くなることによつて2段目投入時に1段目火炎と2段目燃料ガス間に冷却用空気が導入されるため2段目燃料ガスへの1段目火炎からの火移り性が悪くなるため頭部燃焼室の長さを必要以上長くすることは出来ない。燃焼用圧力10ata、空気温度350℃までの試験によれば頭部燃焼室の長さは内筒コーン13の直径および長さにも支配されるが代表的なものとして頭部燃焼室11外径の1.2~2.0倍程度であることが望ましく1.5程度が最良である。一方、内筒コーン13の長さは頭部燃焼室11容積にも関係するが基本的には

頭部燃焼室11よりも長くなると2段目の燃焼が開始した場合に後部燃焼室12内での燃焼ガス膨張が生じ頭部燃焼室11出口部に燃焼ガス加速による圧力損失(抵抗)が大きくなるため頭部燃焼室11から導入する空気流量が減少する。このため頭部燃焼室11においては空気過剰による低温度燃焼が出来なくなるために $\text{NO}_x$ の発生が増加すると共にガス温度が高くなりかつ空気流量が減少することから頭部燃焼室11外周壁の温度が高くなり燃焼器の信頼性、寿命を短くすることになる。したがって内筒コーン13の長さは2段目の燃焼によるガス加速損失の影響を抑えることが必要である。このために内筒コーン13の長さは頭部燃焼室11よりも短かくしコーンの先端から頭部燃焼室の出口部までに燃焼ガス加速が生じて、いわゆる燃焼ガスの急激な膨張に耐えるような容積をとることが必要であり実験では内筒コーン13の長さ $l$ は頭部燃焼室11の長さ $L$ との比で $l/L=0.7$ 程度が最良でありこのような寸法関係に内筒コーン先端から、頭部燃焼室後端までの

空間をとることが良好である。ここで $l/L$ が小さくなる状態、いわゆる内筒コーンが短くなると1段目燃焼火炎は内筒コーン先端部の軸心部に形成されることにより軸心部に高温度部が形成されるため $\text{NO}_x$ の発生は多くなり又 $l/L=1$ 近傍では前述したように、 $\text{NO}_x$ 発生量は多くなり、かつ頭部壁温度が高くなる欠点を有することになる。したがって内筒コーン13は頭部燃焼室11よりも短かくすることが良好である。

先述と同様の燃焼試験では1、2段目の $\text{NO}_x$ を低減できかつ $\text{CO}$ や $\text{HC}$ 発生が少ない頭部燃焼室への空気開口面積は全開口面積に対し50～55%でありまた2段への空気孔面積は20～30%さらに後部燃焼室に開口する空気流通面積は20～30%、内筒コーンに開口する冷却孔面積7～10%が良好であり、とくに内筒コーンに冷却用空気の他に燃焼用空気孔を開口するとこの空気流により燃焼が促進されるためホットスポット部が形成され空気孔の近傍が加熱される現象がみられ内筒コーンには冷却空気孔のみ開口する構

造であることが望ましい。さらに2段目への空気面積を増加し30%以上とした場合では火移り性能が低下する欠点を有し、20%以下では $\text{NO}_x$ 低減効果が小さくなる。一方頭部燃焼室11への空気量が60%以上になると混合ガスが稀薄化し $\text{CO}$ 、 $\text{HC}$ の生成が多くなり又、40%以下では $\text{NO}_x$ 発生とメタル温度上昇することになる。

さらに第5図ないし第7図を用いて2段目の燃焼について説明する。燃料17はパス部30を通過し、燃料ダメ31に導かれ、ここから2段目空気通路32および後部燃焼室12に開口する空気孔33の近傍に燃料を供給する複数個の燃料ノズル34を取付け燃料噴出口35から空気孔33の空気流に添うように2段目の燃料を供給する。2段目の空気流36は主燃焼室に供給される時に燃焼時間を出来るだけ長くするように旋回流として供給することが好ましく複数個の旋回ベーン37により空気通路を仕切り、それぞれの空気通路に燃料噴出口35を開口し空気と燃料の混合促進を図り空気過剰の混合ガス38として主燃焼室に供

給し、頭部燃焼室の火炎に引火して低温度希釈燃焼を行い $\text{NO}_x$ の低減化を図る。2段目の燃焼における $\text{NO}_x$ の低減は空気と燃料をいかに良く混合するかがキポイントであり、このためには混合時間を長くすることが最良の方法であり本発明では空気通路を長くする手段として旋回ベーン37を設け旋回流38としてこの中へ燃料を供給する構成としている。一方、2段目の燃焼に対して重要なことは2段目空気通路とくにベーン37の中に火炎を引き込まないことである。すなわちベーン37に囲まれた空気通路は燃料も供給され充分燃焼し得る条件になつている。しかしながらベーン37を通る空気と燃料の混合気の噴出速度が約10.0m/sであり、一方乱流場における火炎の伝播速度がたかだか5m/sであり、理想的なこのような状態では火炎の逆火現象は生じない。ベーンの形状および表面仕上精度の低下などによつてはベーンの壁面近傍に渦などの淀みが発生し、ここを火点にしてベーンの中へ火炎が引き込まれるいわゆる逆火現象が生ずる。これに対処する方

法として第5図及び第6図に示す如く2段目燃料ノズル34からの燃料17の噴射はその噴口35を旋回ベーン37で囲まれた空気通路の中へ噴出し混合を図ることが重要である。このためには旋回ベーンの近傍に噴出口位置を設定することが良好であり、とくに2段目燃料供給構造にもよるが旋回ベーン37の上流側に湾曲41a, b, c...をもたせ燃料ノズル34の取付方向と合せるようにする方法により燃料と空気との混合をさらに促進させることが出来る。しかも旋回ベーン37表面近傍に渦、淀みの発生がなく逆火現象もみられず良好な構造である。このように、燃料ノズル34に開口する噴出口35の位置が旋回ベーン37で囲まれた空気通路の中央部に位置することが均一混合効果を上げる。このため燃焼時における内筒4および2段目燃料ノズル35を支持する外筒5の熱膨張差により旋回ベーン37と燃料ノズル35位置がずれ均一効果低下がなきようにすることが重要である。この実施例を第7図に示す。2段目燃焼用空気通路を形成する旋回ベーン37

等の部材、とくに下側の押え部材38とノズルフランジ39を連結し旋回ベーン37とノズル噴口35の位置を常に定位置に保つものであり、ガスタービンの長時間使用においても常に均一な2段目燃料および空気の混合促進を行うことができ低 $\text{NO}_x$ 効果が得られる。このために頭部燃焼室11と後部燃焼室12はそれぞれが2段目空気通路を形成する部材をはさみ込み図に示すようなスプリングシール部材42a, 42bによつて連結することにより均一効果を得ることが出来ると共に空気通路部内における燃料濃度の片寄りをなくすことが出来るため局部的な燃料濃度大によるホットスポットの除去をすることができる。一方、空気の流動がスムーズに行なわれるように空気通路部に流路に合うような湾曲43a, 43b形状とすることが良好な均一混合化となり、かつ渦、淀み等の形成がなくなるため逆火現象を防止できる効果を発揮する。

一方、1段目燃焼火炎と2段目燃焼火炎との干渉が $\text{NO}_x$ の生成を左右することについて説明す

る。すなわち、第8図に示すように2段目の燃料と空気流36が頭部燃焼室後部44より頭部火炎45に対してほぼ直交（場合によつては旋回流でも良い）して導入される場合には頭部火炎45と後部火炎46とが干渉47する部分において燃焼温度が高くなるホットスポット部が出来るため $\text{NO}_x$ の生成が多くなる。したがつて第9図に示すように頭部火炎45と後部火炎46が干渉しないようにすることが低 $\text{NO}_x$ 化のために必須であり火炎を分離することが特策となる。したがつて2段目の火炎を48点線で示す方向にすることが考えられるが、この場合2段目燃料投入開始時に2段目の燃焼は頭部火炎45によつて引火（火移り）の性能が低下するため必要以上に外向きに流出することは出来ない。第10図に水平の場合A線と直角B線との $\text{NO}_x$ 濃度の比較を示す。直角流入よりも水平流入時の方が火炎の干渉がなくなるため $\text{NO}_x$ の低減化が出来る。

以上説明したように1段目および2段目ともにマルチ燃料ノズルを採用し、かついずれも燃焼器

ライナの外周部近傍から供給することにより燃料の分散化を図り、かつ空気と燃料との均一混合化を促進させることにより効果的な低温度空気過剰燃焼を実現させ大巾な低 $\text{NO}_x$ 化を行うことができる。すなわち、第11図に示すようにとくに1段目の $\text{NO}_x$ を大巾に低減することができかつA線で示す従来技術と異なり、B線で示す2段目を組合せた場合には大巾な $\text{NO}_x$ 低減が得られる効果を発揮する。

一方、1段目の燃焼状態が2段目に及ぼす効果について第12図を用いて説明を加える。第12図は頭部燃焼室出口部のガス温度分布を示している。シングル燃料ノズルを軸心に設置する従来技術においては燃焼室軸心部の温度が高くなるが、本発明によると燃料分散の効果および空気と燃料の均一混合化が良好となるため従来技術でみられたような高温部分は存在せず当然のことながら外周部に高温部が存在する傾向を示す。さらに、本発明では軸心部に円錐状の内筒コーンを設置するそして冷却空気を供給するために軸心部の高温部

分はなくなる。したがって1段目燃焼により大巾な $\text{NO}_x$ 低減効果を得ることができる。

一方、外周部の温度が高くなる本発明では後流にひかえる2段目の燃焼に大きく寄与する。すなわち2段目の燃焼は空気過剰の低温度燃焼を実現することであり、周囲の温度が高くなることによつて燃焼性を向上することが出来るため一酸化炭素(CO)や未燃焼生成物(HC)などの未燃焼分の発生を抑えることができる他の利点も生ずる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば1段目の燃焼を均一な低温度燃焼および軸心部のホットスポット部をなくすることができるので $\text{NO}_x$ 低減化を図ることが出来かつ2段目の燃焼もマルチ燃料ノズルによる均一混合化ができるので燃焼器全体で均一な低温度燃焼を実現することによつて大巾な低 $\text{NO}_x$ 化効果がある。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明を実施したガスタービン燃焼器の断面図、第2図は燃焼器の部分断面図、第3

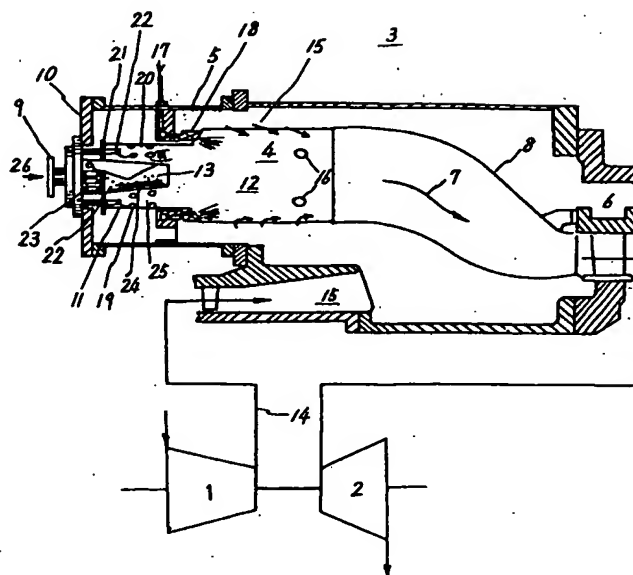
図は、燃焼器頭部の斜視図、第4図は、火炎形成状態を示す説明図、第5図は、2段目燃料供給部の詳細図、第6図は、2段目燃料供給部の他の実施例を示す詳細図、第7図は、2段燃料供給部の他実施例を示す断面図、第8図及び第9図は、それぞれ、2段目燃料の供給方向と火炎の干渉状態を説明する図、第10図は、頭部燃焼室長さと $\text{NO}_x$ 低減効果の関係を示す特性図、第11図は、ガスタービン負荷と $\text{NO}_x$ 濃度との関係を示す特性図、第12図は、火炎の温度分布を示す特性図である。

9…1段目燃料、11…頭部燃焼室、12…後部燃焼室、13…内筒コーン、17…2段目燃料、18…2段目空気通路部、22…1段目燃料噴出部、34…2段目燃料ノズル。

代理人 弁理士 高橋明夫

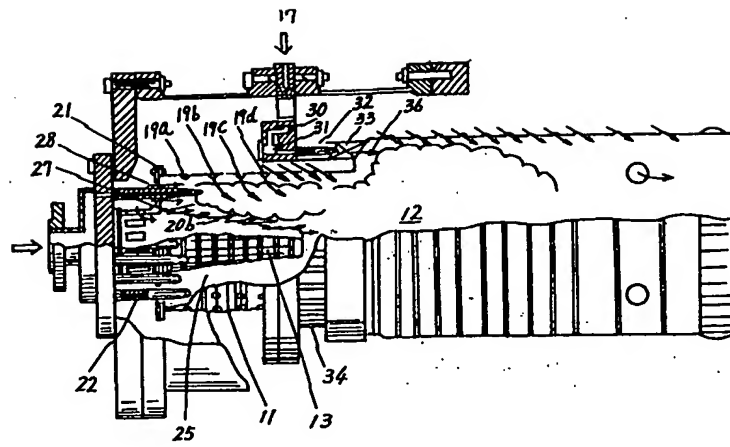


第1図

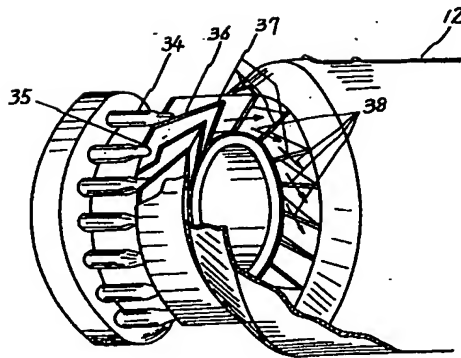




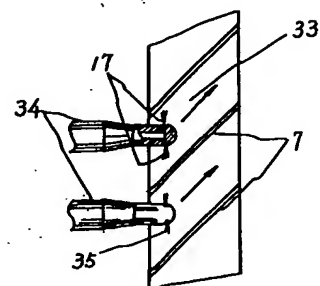
第 2 図



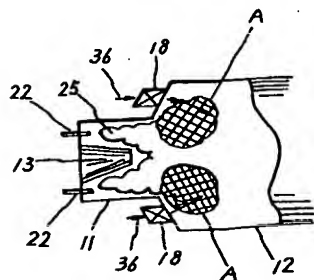
第 3 図



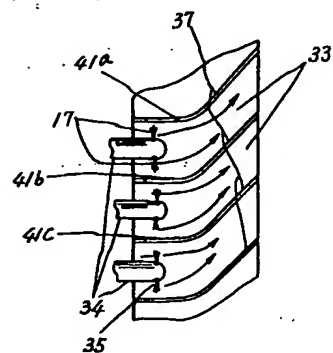
第 5 図



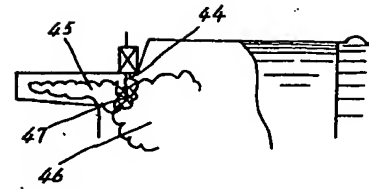
第 4 図



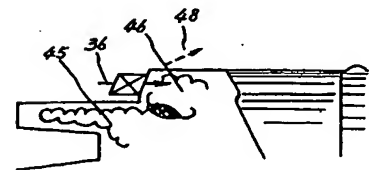
第 6 図



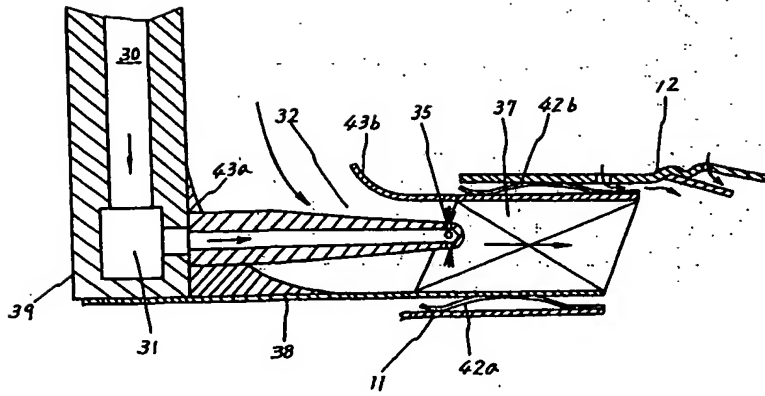
第8図



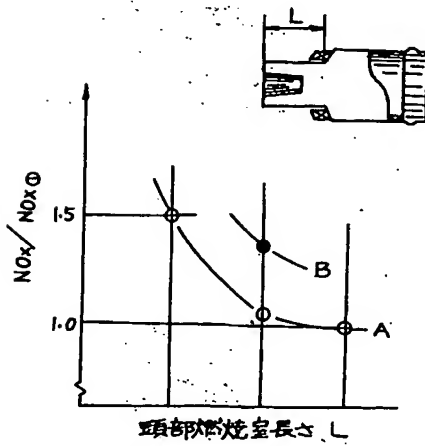
第9図



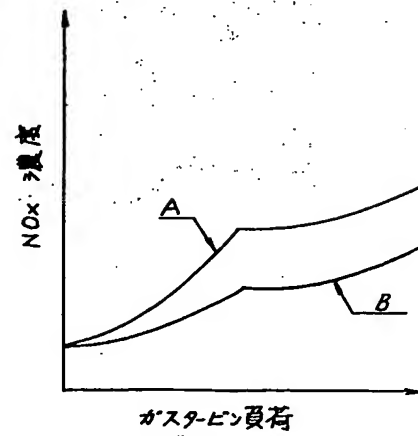
第7図



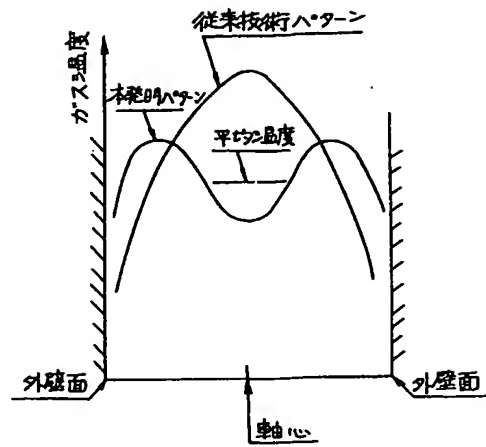
第10図



第11図



第 12 図



第 1 頁の続き

⑤Int.Cl.<sup>4</sup>

// F 23 R 3/06  
3/14  
3/30

識別記号

庁内整理番号

7616-3G  
7616-3G  
7616-3G

⑦発明者 和田 克夫 日立市幸町 3 丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立工場  
内

⑦発明者 飯塚 信之 日立市幸町 3 丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立工場  
内